بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة أم درمان الأهلية
كلية العلوم التطبيقية و الحاسوب
قسم علوم الحاسوب
المستوى الرابع – دفعة 2009
المادة : الذكاء الاصطناعي (AI)

سمنار بعنوان:

Introduction to Artificial Neural Networks (ANNs)

الشبكات العصبية الاصطناعية

اعداد الطلاب:

- محمد تاج السر – سهام الصادق
- فوزية سليمان – حكمة بشارة
- زينب منصور – صابرين يوسف
- روضة صابر – زهراء أحمد
- ريهام محمد – نزار عبد الله
- سعيد محمد

اشراف الأستاذة:

منى عمر البنا

مارس 2013

1-مقدمة:

الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks: ANNs) من أهم مجالات الذكاء الاصطناعي التي لها ارتباط وثيق و دور فعال في الكثير من تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتنوعة، حيث تقوم بمعالجة المعلومات بأسلوب محاكاة العقل البشري ؛ و ذلك عن طريق الاستفادة من الطفرات الهائلة في تقنيات الحاسوب من ناحية ؛ و التقدم في علم دراسة الأعصاب لفهم آليات العقل في عمليات الاستنتاج المنطقي و معالجة المعلومات و كل أنماط السلوك الذكي الذي يميز الجنس البشري بغرض بناء أنظمة حاسوبية ذكية.

بدأ العمل على تطوير هذه التقنية مبكرا في أربعينيات و خمسينيات القرن الماضي، و ساهم الكثير من العلماء و الباحثين في ذلك ؛ ثم قفز البحث في هذا المجال قفزات هائلة في تسعينيات القرن الماضي، و اهتم به كثير من العلماء ؛ بل أصبح يصنف بأنه من أهم علوم المستقبل، و ليس أدل على أهميته من اعلان البيت الأبيض في الولايات المتحدة أن هذا العَقد (1990 – 2000م) هو عقد الشبكات العصبية و الحوسبة العصبية ؛ و ذلك بمناسبة انعقاد الجمعية الفيزيائية الأمريكية (APS) في أواخر عام 1990م.

في هذا السمنار يقوم الباحثون بعرض مقدمة مبسطة و عامة عن الموضوع من جوانب متنوعة ؛ حيث سيتم عرض بعض الخصائص العامة للعقل البشري، ثم تعريف الشبكات العصبونية الاصطناعية و ذكر أهم مميزاتها و تطبيقاتها المختلفة، و شرح النموذج الحاسوبي لهذه الشبكات العصبونية و توضيح طريقة تركيبها (طبقاتها) و أنواعها (نماذجها) المختلفة ؛ مع الاشارة لطرق تعليمها و ذكر أمثلة متنوعة لها، سائلين الله أن يجد القاريء فيه مدخلا يعينه على فهم أساسيات هذا التخصص المهم.

الباحثون

2- الخصائص المميزة للعقل البشري:

يتكون العقل البشري من مجموعة كبيرة من الخلايا العصبية المتنوعة ؛ و يقدر عددها بحوالي 100 بليون خلية عصبية (Neuron) ، و تتميز هذه الخلايا عن بقية خلايا الجسم بعدة مميزات منها أنها تمتلك القدرة على التواصل و تبادل الاشارات (النبضات) ، حيث ترتبط مع بعضها البعض عن طريق شبكة واسعة من الألياف العصبية، بحيث أن الخلية الواحدة قد ترتبط مع حوالي 10 آلاف خلية أخرى ، و بهذا تتمكن هذه الخلايا من معالجة و تخزين المعلومات بشكل متوازي، كما أنها تتميز بأنها لا تموت و يتم تجديدها مثل بقية خلايا الجسم الأخرى، لذلك يحتفظ الانسان بذكرياته و معارفه المتراكمة عبر السنوات.

تتكون الخلية العصبية – بشكل عام – من المكونات التالية: (انظر شكل رقم: 1)

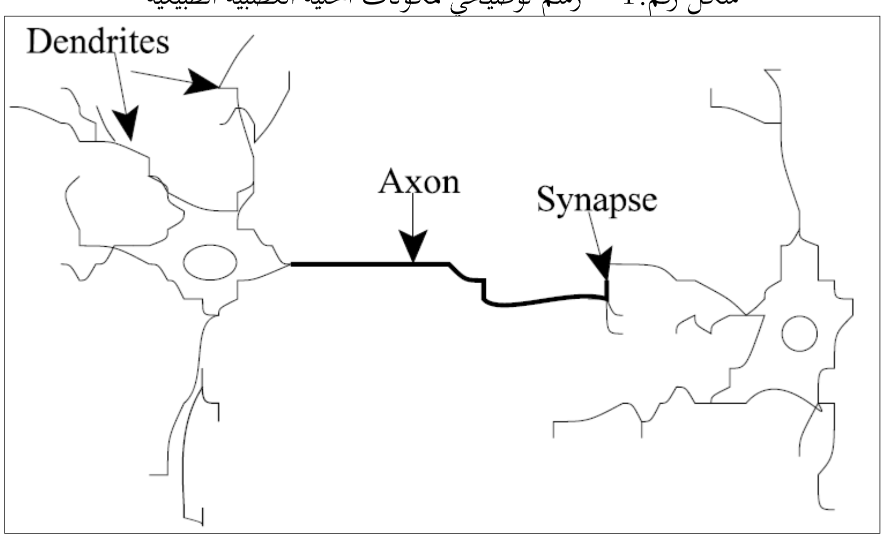
* الألياف (الزوائد) العصبية "الغصينات" (Dendrites): و هي تمثل مجموعة من المداخل التي تستقبل بها الخلية المعلومات على شكل نبضات من الخلايا الأخرى.

* المحور العصبي (Axon): و هو ليف عصبي وحيد يقوم بتمرير المخرجات من الخلية إلى الألياف العصبية الخاصة بالخلايا الأخرى.

* جسم الخلية (Soma): في داخل الخلية يتم معالجة و تخزين المعلومات التي تأتي على شكل اشارات من الحواس الخمس.

* نقاط التوصيل "المشابك" (Synapses): هي النقاط التي يتم من خلالها تمرير الاشارات بين الألياف العصبية للخلايا.

شكل رقم:1 – رسم توضيحي لمكونات الخلية العصبية الطبيعية



طريقة عمل الخلايا العصبية:

تتبادل الخلايا فيما بينها نبضات (اشارات) كهربائية ذات أثر كيميائي ؛ حيث أن جسم الخلية و ما حولها يحتوي على مجموعة من الأيونات ؛ تتركز أيونات البوتاسيوم داخل الخلية و تتركز أيونات الصوديوم خارجها ؛ عندما تحدث اثارة كهربائية (Stimulation)

معينة للغشاء الخارجي لجسم الخلية ، فإن الغشاء يقوم تبعا لذلك بالسماح لأيونات الصوديوم و الكالسيوم بالمرور من خلاله إلى جسم الخلية حيث يؤدي ذلك إلى تغير حالتها الداخلية لتعطي نبضة (اشارة) من خلال المحور العصبي (axon) ليتم تمرير هذه الاشارة إلى الخلايا الأخرى المرتبطة بها.

3- ما هي الشبكات العصبية الاصطناعية و ما هي مميزاتها العامة:

هناك عدة تعريفات للشبكات العصبية ؛ بعضها يقدم تعريفا مختصرا و عاما، و بعضها الآخر يقدم تعريفا تفصيليا. من أشهر هذه التعريفات التعريف الذي اقترحه كوهنين (Teuvo Kohonen) – و هو من أبرز العلماء في هذا المجال في سبعينيات و ثمانينات القرن الماضي – و يقول فيه:

الشبكات العصبونية الاصطناعية هي شبكات ذات ترابط (تواصل) كثيف فيما بينها و تضم عناصر بسيطة و متوازية (و عادة ما تكون قابلة للتكييف) و ذات تنظيم هرمي ؛ حيث تتفاعل مع كائنات العالم الحقيقي بنفس الطريقة التي يتفاعل بها النظام العصبي الطبيعي (البيولوجي) مع العالم الحقيقي.

يتضح من التعريف السابق أن الشبكات العصبية الاصطناعية هي نموذج يحاكي الشبكات العصبية الطبيعية (البيولوجية)، و أنها تتكون من عناصر بسيطة و متوازية التركيب ؛ و تسمى بالعصبونات (Neurons) أو العقد (Nodes) و هي تحاكي الخلايا العصبية الطبيعية الموجودة لدى الانسان. هذه الشبكات العصبية الاصطناعية لديها المقدرة على محاكاة سلوك النظام العصبي الطبيعي مثل المقدرة على التعلم و الاستنتاج و حل المشاكل المعقدة و كل أنماط السلوك الذكي الذي يتميز به الانسان عن بقية الكائنات الحية الأخرى.

من أهم مميزات الشبكات العصبية الاصطناعية:

- ✓ تقوم بمعالجة البيانات على التوازي (Parallel) مما يوفر سرعة عالية في الأداء تمكنها من حل المشاكل المعقدة – التي تضم فرضيات كثيرة و معلومات متغيرة – بشكل سريع و فعال.
- ✓ لها المقدرة على التعلم و التدريب ؛ أي يمكن تعليمها و تدريبها مما يمكنها من (التذكر) و التكيف و توفير الحلول للمسائل المتشابهة حتى و إن كانت المدخلات منقوصة أو مشوشة (بشكل مشابه لما يقوم به الانسان).
- ✓ لها المقدرة على حل المشاكل المعقدة بدون اعطائها خوارزمية الحل ؛ و هذه الميزة تميزها عن البرامج التقليدية التي لا يمكنها حل المشكلة إذا لم يتم اعطاؤها الخوارزمية التي تمكنها من ايجاد الحل.
- ✓ تقوم بتوفير حلول لا يمكن ايجادها بالطرق المنطقية أو التحليلية (الاعتيادية) المستخدمة في النظم الخبيرة (ESs) أو في البرامج التقليدية.

4- تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية و استخداماتها المختلفة:

للشبكات العصبية الاصطناعية تطبيقات كثيرة و متنوعة و في مجالات مختلفة للاستفادة من الامكانيات الهائلة التي توفرها ؛ حيث تستخدم في التعرف على الأشكال "الأنماط" (Pattern Recognition) و يتم استخدام ذلك في عدة تطبيقات مثل التعرف على الوجوه أو الصور و التعرف على الكلام و فهم اللغات الطبيعية (الحية) و تشخيص الأمراض، كما تستخدم في حل المسائل الرياضية و الفيزيائية المعقدة و التي لا يمكن حلها بالطرق العادية ؛ و أيضا تستخدم في التنبؤ بسلوك العناصر في بيئة محددة و التحكم الآلي (التكييف الآلي في الروبوتات) ؛ ومختلف ذلك من التطبيقات التي لا يمكن حصرها ؛ من أمثلة التطبيقات العملية:

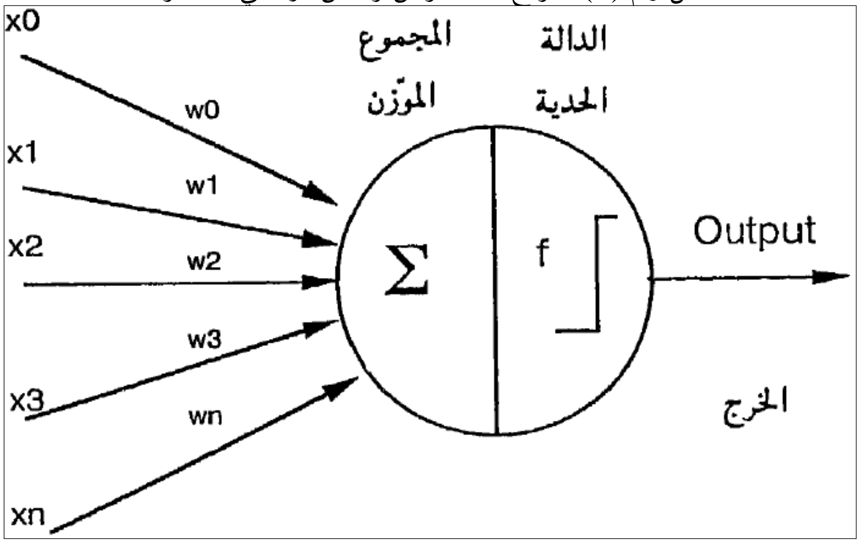
- نظام NET TALK الذي يقوم بتحويل الكلام المكتوب إلى كلام منطوق باستخدام باستخدام الشبكات العصبية و تم تدريبها لفترة اسبوعين فقط، و بعد انتهاء الفترة التدريبية تجاوز مستوى أداء الشبكة نسبة 90%. و قد تم تصميم هذا النظام عام 1987م في جامعة هوبكنز الأمريكية.
- نظام DESKNET ، و هو نظام شبكات عصبية لتشخيص الأمراض الجلدية المختلفة بدقة ممتازة (عشرة أمراض جلدية مختلفة).
- نظام DARPA و يستخدم في الولايات المتحدة للتعرف على الأشكال التي يتم التقاطها (تصويرها) بواسطة الأقمار الاصطناعية ؛ حيث يتم تدريب الشبكة على الأشكال المختلفة للأهداف المحتملة بحيث تتمكن بعد ذلك من التعرف عليها عند التقاط صور لها بواسطة القمر حتى و إن كانت هذه الصور ناقصة أو غير واضحة.
- أنظمة التحليل المالي التي تقوم بالتنبؤ بأسعار السلع و حركة السوق في المستقبل القريب بعد تغذيتها بالأسعار السابقة و كل المؤشرات المالية و التسويقية الأخرى ؛ و قد أثبتت هذه الأنظمة جدواها الاقتصادية الفائقة بما وفرته لمستخدميها من أموال كان من المحتمل خسارتها لولا التوقعات الصحيحة التي قدمتها.

5- النموذج الحاسوبي للعصبون:

الشبكات العصبية الاصطناعية تتكون من مجموعة من العصبونات (العقد) المتصلة معا في شكل طبقات (Layers) ، كل واحدة من هذه العقد (و تسمى أيضا بعناصر المعالجة PE) تعمل بشكل مشابه للخلية العصبية الطبيعية، حيث تستقبل مجموعة من القيم من العقد المجاورة لها، ثم يتم تطبيق دوال رياضية لحساب هذه القيم و تقييمها (معالجتها) ثم يتم اخراج الناتج و تمريره للعقد الأخرى.

من أشهر النماذج المستخدمة في تصميم النموذج الحاسوبي للعصبون نموذج "مك كلوتش و بتس الرياضي (McCulloch & Pitts Mathematical Model)" انظر شكل رقم (2) التالي:

شكل رقم (2): نموذج مك كلوتش و بتس الرياضي للعصبون.



و يمكن توضيح هذا النموذج في النقاط التالية:

1. قيمة الخرج (Output) من العصبون إما الصفر (Off) أو الواحد (On).
2. يتكون الدخل (Input) من عدد من المداخل بحيث يعتمد الخرج على القيم لهذه المداخل و تكون القيمة للخرج (واحد) إذا زاد المجموع الموزون (Weighted Sum) لهذه المداخل عن قيمة حدية (Threshold Value) معينة ؛ و يظل الخرج (صفرا) إذا لم يصل المجموع الموزون إلى القيمة الحدية المناسبة.
3. يتكون هذا النموذج من العناصر الآتية:

I- المداخل (Inputs): نفرض أن قيم مخارج العصبونات السابقةهي القيم ($x_1, x_2, \ldots, x_n$) ؛ يتم نقل نسبة معينة هذه القيم إلى المداخل اعتمادا على طبيعة كل مدخل، و تختلف هذه النسبة من مدخل إلى آخر و يتم تمثيل ذلك رياضيا بفرض أنها أوزان (Weights) و التي تأخذ الشكل ($w_1, w_2, \ldots, w_n$) و بذلك يكون الجزء المنقول إلى المدخل هو (wx) ؛ بمعنى آخر يعبر الوزن عن الأهمية النسبية (Relative Importance) لكل مدخل إلى العصبون.

II- جسم الخلية (عنصر المعالجة PE): يقوم جسم الخلية بعمل الآتي:

أ- عملية جمع للمداخل الموزونة (Weighted Sum) لتأخذ الشكل:

$$\text{Total Input} = \mathrm{W1X1} + \mathrm{W2X2} + \ldots \mathrm{W}n\mathrm{X}n = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{W}i\mathrm{X}i$$

ب- مقارنة هذا المجموع بقيمة حدية لدالة في شكل عتبة (Step Function) و المعروفة بدالة (Heaviside) ؛ فإذا كان المجموع للمداخل الموزونة أكبر من أو يساوي الدالة فإن الخرج سوف يكون (1)، و إذا كان المجموع أقل من قيمة الدالة العتبية فإن ناتج الخرج يصبح (صفرا).

III- المخرج (Output) يكون الخرج للنموذج الرياضي : الواحد أو الصفر ؛ و يتم تمريره للعصبون (العقدة) التالي ؛ و يمكن كتابة قيمة الخرج (y) على شكل المعادلة التالية:

$$y = f\left(\sum_{i=1}^{n} \mathrm{W}i\mathrm{X}i \right)$$

6- تركيب (معمارية) الشبكات العصبونية:

يتم دراسة هيكلة (تركيب) و معمارية الشبكات العصبية الاصطناعية من حيث تنظيمها على شكل طبقات (Layers) متنوعة، و كل طبقة تضم مجموعة من العقد (Nodes) - أو العناصر - ؛ و من حيث سريان المعلومات خلال الشبكة من عقدة إلى أخرى ؛ كما يلي:

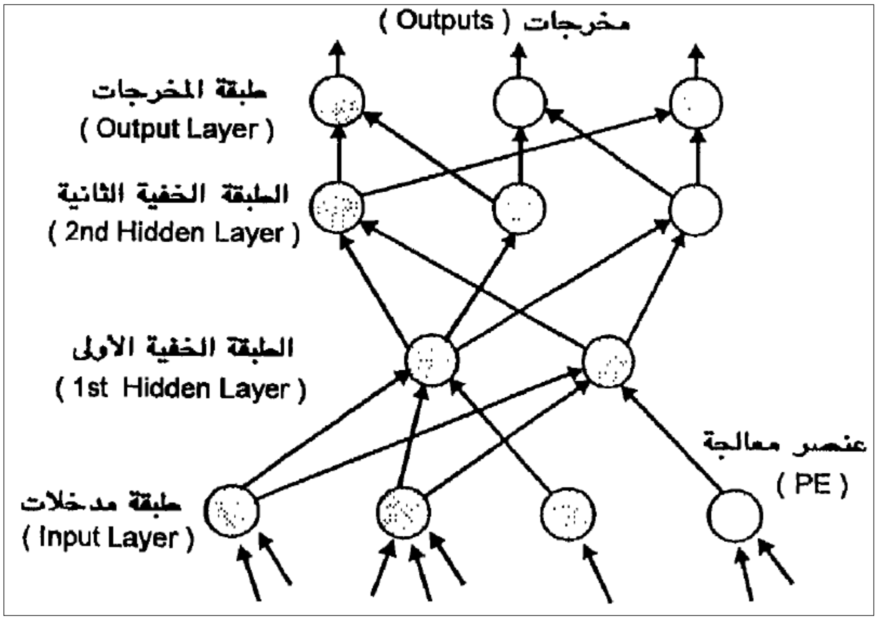
أولا: من حيث تنظيمها على شكل طبقات (Layers):

i- الشبكة ذات الطبقة الواحدة: تتكون من طبقة واحدة من العقد – أو العناصر – تربط ربطا مباشرا مدخلات الشبكة مع مخرجاتها ؛ و نسبة للقصور في أداء هذا التركيب ظهرت تراكيب تضم أكثر من طبقة كما سنرى تاليا.

ii- الشبكة ذات الطبقتين: و تضم طبقتين من العقد – أو العناصر – المترابطة ؛ تخصص طبقة منها لاستقبال البيانات و تخصص الطبقة الأخرى لاخراج النتائج ؛ و يسمى هذا النموذج بالنموذج المصفوفي (Matrix Model) نسبة لإمكان تمثيل الأوزان على شكل مصفوفة.

iii- الشبكة متعددة الطبقات (Multi-layers Network) تحتوي على ثلاث طبقات أو أكثر من العناصر المترابطة ؛ تسمى الطبقة الأولى بطيقة المدخلات (Input Layer) و تسمى الطبقة الأخيرة بطبقة المخرجات (Output Layer) ؛ أما الطبقات الموجودة بينهما فتسمى بالطبقات الخفية (Hidden Layers) كما في الشكل رقم (3).

شكل رقم (3): رسم توضيحي للشبكة متعددة الطبقات.



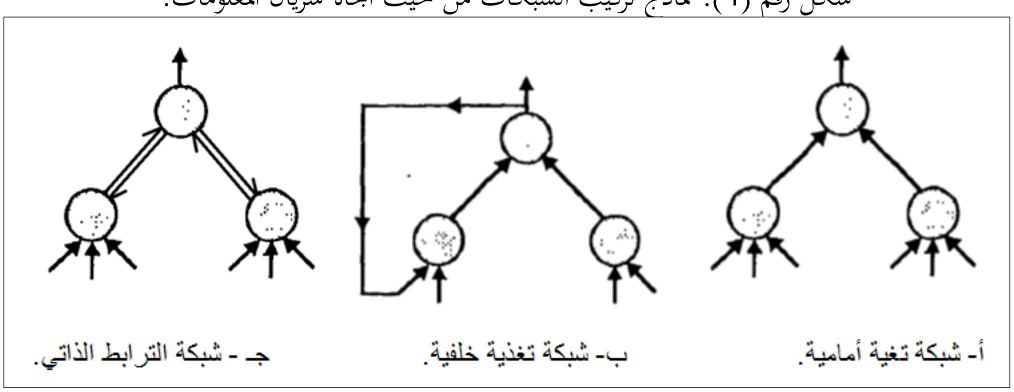
ثانيا من حيث اتجاه سريان المعلومات(Information flow): (انظر الشكل رقم (4))

1- شبكات التغذية الأمامية (feed forward): تستقبل المدخلات من الأمام و تبث المخرجات من الخلف (أي في نفس الاتجاه).

2- شبكات التغذية الراجعة (الخلفية) (feedback): في هذا النوع يمكن للمخرجات أن تجد طريقا خلفيا لتصبح مدخلات مرة أخرى لنفس العقدة (العنصر) أو للعقد السابقة لها.

3- شبكات الترابط الذاتي (Auto associated): هنا كل العقد لها دور مزدوج في استقبال المدخلات و بثها (أي في اتجاهين متعاكسين).

شكل رقم (4): نماذج تركيب الشبكات من حيث اتجاه سريان المعلومات.



7- نماذج الشبكات العصبية الصناعية و طرق تعليمها و برمجتها:

يقوم الباحثون في هذه الفقرة بطرح مواضيع مختلفة متعلقة بالموضوع و بشكل مختصر:

بعض النماذج المشهورة للشبكات العصبية:

- نموذج هوبفيلد(J. Hopfield): في عام 1982 نشر هوبفيلد ورقة بحث علمي بين فيها أن شبكات الترابط الذاتي (انظر الفقرة السابقة) تتمتع بخاصتين مهمتين هما: 1- لابد من أن تصل هذه الشبكات إلى حالة استقرار في نهاية المطاف مهما كانت الحالات الابتدائية لها. 2- يمكن بناء حالات الاستقرار تلك بتغيير أوزان الترابطات بين عناصر تلك الشبكة أو بتغيير دوال عتباتها (انظر الفقرة رقم5). من أهم خصائص هذا النموذج – باختصار - : أ- التمثيل الموزع للمعلومات. ب- التحكم الموزع و اللاامتزامن (Distributed Asynchronous Control). جـ - الذاكرة المعنونة بالمحتوى (Content-addressable Memory). د- تجاوز الهفوات (Fault Tolerance). و قد تم استخدام هذا النموذج في تطبيقات مختلفة و هامة منها ايجاد أفضل الحلول الممكنة (Optimization) لمشكلة معينة و تحت شروط محددة.
- نموذج بولتزمان (L. Boltzmann): بالرغم من النجاح الذي حققه النموذج السابق (هوبفيلد) في حل المشاكل المعقدة إلا أنه عانى من بعض أوجه القصور (حالات استقرار زائف) ؛ لذلك قام مجموعة من العلماء (هنتون و آخرون) بتطوير نموذج مبني على نظرية لعالم الفيزياء النمساوي بولتزمان، و تم استخدام دالة عتبية جديدة قامت بازالة القصور الموجود في النموذج السابق.
- نموذج الانتشار المرتد (Back Propagation): و هو من اكثر النماذج استخداما في مجالات التعرف على الأشكال (الأنماط) مثل التعرف على الكلام و التشخيص الطبي و غير ذلك ؛ و يتكون من شبكة عصبية اصطناعية متعددة الطبقات (انظر الفقرة السابقة) و يتم تعليمها بشكل موجه و تكراري إلى أن يصل أداء الشبكة للمستوى المطلوب.
- نموذج الانتشار العكسي (Counter Propagation): و هي شبكة ذات معمار فريد حيث تحتوي على مجموعة من الطبقات و لكن كل طبقة لها اسلوبها الخاص في التعلم و الذي يختلف عن الطبقات الأخرى.

طرق تعليم الشبكات العصبية:

يمكن تصنيف طرق تعليم (تدريب) الشبكات العصبية – باختصار - إلى فئتين رئيسيتين كالتالي:

- تعليم موجه: في هذا النوع يتم عرض المعلومات على شكل زوجي ؛ أي الشكل المدخل (Input Pattern) و الشكل المستهدف (Target Pattern) و تستخدم الشبكة الفرق بين الشكلين في حساب دالة الخطأ التي تستخدمها بعد ذلك لضبط قيمة الأوزان بهدف تقليل الفارق بين الشكلين، و تتم عملية التعليم على عدة مراحل.

- تعليم غير موجه (ذاتي): في هذا النوع للشبكة القدرة على تمييز أو اكتشاف الملامح المميزة لما يعرض عليها من أشكال (أنماط) و تقوم بتطوير تمثيل داخلي لهذه الأشكال و ذلك بدون أي معرفة مسبقة بها و بدون عرض أمثلة لما يجب أن تنتجه و ذلك على عكس

المبدأ المستخدم في التعليم الموجه. و يتميز هذا النوع من الشبكات بالمقدرة على التنظيم الذاتي لأوزان عناصرها الداخلية حسب طبيعة ما يعرض عليها من أشكال (أنساق) و هي تعمل بنفس الأسلوب الذي تستخدمه الكائنات الحية في تنمية معارفها!.

برمجة الشبكات العصبية:

يمكن برمجة الشبكات العصبية باستخدام لغات البرمجة المعروفة مثل لغة سي C ، أو باستخدام أدوات TOOLs مثل الماتلاب Matt lab و الجداول الالكترونية Spread Sheet أو بالاثنين معا. و هناك نماذج منها – أي الشبكات العصبية – على شكل معدات – هاردوير – إلا أن تكلفتها أعلى من الشبكات العصبية على شكل برمجيات – سوفتوير-. الجزء الأكبر من عملية البرمجة مرتبط بخوارزميات التدريب (التعليم) و دوال الجمع و التحويل ذلك من استخدام الأدوات المناسبة التي يمكن من خلالها برمجة هذه العمليات الحسابية.

الشبكات العصبية و النظم الخبيرة:

تعتبر الشبكات العصبية هي الجيل السادس للحواسيب حيث تتميز عن الجيل الخامس – الذي تعتبر النظم الخبيرة من أهم مميزاته – ؛ و في الواقع هما – أي الشبكات العصبية و النظم الخبيرة – يكملان بعضهما بعضا.

الجدول التالي يضم مقارنة بين صفات النظم الخبيرة و صفات الشبكات العصبية الاصطناعية من عدة أوجه:

الصفة (وجه المقارنة)	النظم الخبيرة (ESs)	الشبكات العصبية (ANNs)
الطريقة (الاسلوب)	رمزي (Symbolic)	رقمي (Numeric)
الاستنتاج	منطقي	ترابطي
التشغيل	آلي	شبه طبيعي
التفسير	متاح	غير متاح
المعالجة	متتابعة	متوازية
النظام	مقفول	منظم ذاتيا
التحقق	بطيء و صعب	سريع
الصيانة	صعبة	سهلة

8- قائمة المراجع:

1- الشرقاوي، محمد علي، الذكاء الاصطناعي و الشبكات العصبية، المكتب المصري الحديث، 1996م.

2- طلبه، محمد فهمي. و آخرون، الحاسب و الذكاء الاصطناعي، المكتب المصري الحديث، 1994م.

3- Haykin, S., Neural Networks: A comprehensive foundation.

4- Kung, S. Y., Digital Neural Networks.

5- Rojas, R., Neural Networks: A Systematic Introduction.